

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-199882

(43)Date of publication of application : 27.07.1999

(51)Int.Cl. C10M107/38
C10M107/46
G11B 5/72
G11B 5/84
// C10N 20:00
C10N 30:06
C10N 40:18
C10N 50:02
C10N 70:00

(21)Application number : 10-005979 (71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 14.01.1998 (72)Inventor : WATABE KEIJI

YANO EI

KUAMI MICHITOKU

KASAMATSU YOSHIHARU

YAMAMOTO NAOYUKI

YAMAKAWA EISHIN

SUZUKI KAZUTOSHI

(54) LUBRICANT FOR MAGNETIC DISK AND ITS PURIFICATION

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a high-functional lubricant for a magnetic disk in which viscosity-associated deterioration of frictional properties is suppressed, and to provide a method for purifying the lubricant.

SOLUTION: This lubricant for a magnetic disk contains a fluorine-containing polymer which contains at least one kind selected from an ether group, an ester group, a hydroxyl group, a sulfonic acid group and a carboxyl group in its molecular structure, and which is insoluble in a solvent having a solubility parameter of 8.7 (cal.cm⁻³)^{1/2} or less.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision
of rejection][Kind of final disposal of application
other than the examiner's decision of
rejection or application converted
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-199882

(43) 公開日 平成11年(1999) 7 月27日

(51) Int.Cl.⁸
C 1 0 M 107/38
107/46
G 1 1 B 5/72
5/84
// C 1 0 N 20:00

識別記号

F I

C 1 0 M 107/38
107/46
G 1 1 B 5/72
5/84

B

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 6 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平10-5979

(22) 出願日 平成10年(1998) 1 月14日

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号

(72) 発明者 渡部 慶二

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

(72) 発明者 矢野 映

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

(74) 代理人 弁理士 石田 敬 (外3名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁気ディスク用潤滑剤及びその精製方法

(57) 【要約】

【課題】 スティクションに伴う摩擦特性の劣化を抑制した磁気ディスク用の高性能潤滑剤とその精製方法を提供する。

【解決手段】 本発明の磁気ディスク用潤滑剤は、分子構造中にエーテル基、エステル基、水酸基、スルホン酸基及びカルボキシル基のうちの少なくとも1種を含むフッ素含有高分子を含み、且つ該高分子が、溶解性パラメータ値が $8.7 (\text{cal} \cdot \text{cm}^{-3})^{1/2}$ 以下の溶剤に不溶である成分で構成される。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 分子構造中にエーテル基、エステル基、水酸基、スルホン酸基及びカルボキシル基のうちの少なくとも1種を含むフッ素含有高分子を含み、且つ該高分子が、溶解性パラメータ値が $8.7(\text{cal}\cdot\text{cm}^{-3})^{1/2}$ 以下の溶剤に不溶である成分で構成されていることを特徴とする磁気ディスク用潤滑剤。

【請求項2】 前記フッ素含有高分子が、末端にピペロニル基と水酸基の両方又は一方を有するパーフロロポリエーテル樹脂である、請求項1記載の磁気ディスク用潤滑剤。

【請求項3】 前記溶剤が、脂肪族炭化水素類、エステル類、ケトン類又はエーテル類である、請求項1又は2記載の磁気ディスク用潤滑剤。

【請求項4】 前記溶剤が炭素数5～10の脂肪族炭化水素である、請求項1又は2記載の磁気ディスク用潤滑剤。

【請求項5】 分子構造中にエーテル基、エステル基、水酸基、スルホン酸基及びカルボキシル基のうちの少なくとも1種を含むフッ素含有高分子1重量部を、溶解性パラメータ値が $8.7(\text{cal}\cdot\text{cm}^{-3})^{1/2}$ 以下である溶剤2重量部以上に十分に混合し、そして該溶剤に不溶な成分のみを精製潤滑剤として回収する工程を含む、磁気ディスク用潤滑剤の精製方法。

【請求項6】 前記フッ素含有高分子が、末端にピペロニル基と水酸基の両方又は一方を有するパーフロロポリエーテル樹脂である、請求項5記載の方法。

【請求項7】 前記溶剤が、脂肪族炭化水素類、エステル類、ケトン類又はエーテル類である、請求項5又は6記載の方法。

【請求項8】 前記溶剤が炭素数5～10の脂肪族炭化水素である、請求項5又は6記載の方法。

【請求項9】 磁気記録媒体表面に、分子構造中にエーテル基、エステル基、水酸基、スルホン酸基及びカルボキシル基のうちの少なくとも1種を含むフッ素含有高分子を塗布して製膜し、この塗布膜を溶解性パラメータ値が $8.7(\text{cal}\cdot\text{cm}^{-3})^{1/2}$ 以下の溶剤にて処理して可溶成分のみ溶解除去する工程を含む、磁気ディスク装置の製造方法。

【請求項10】 分子構造中にエーテル基、エステル基、水酸基、スルホン酸基及びカルボキシル基のうちの少なくとも1種を含むフッ素含有高分子を含み、且つ該高分子が、溶解性パラメータ値が $8.7(\text{cal}\cdot\text{cm}^{-3})^{1/2}$ 以下の溶剤に不溶である成分で構成されている潤滑剤層を表面に備えた磁気記録媒体を含むことを特徴とする磁気ディスク装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、磁気ディスク用潤滑剤とその精製方法に関する。具体的には、スティクシ

ョン（粘性）に付随した摩擦特性の劣化を抑制した磁気ディスク装置用潤滑剤に関し、より詳しく言えばハードディスク表面のヘッドと媒体の磨耗を抑制し、両者の接触による磁気記録データの破壊を防止する技術に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、磁気ディスク装置におけるドライブ装置の起動・停止方式は、ドライブ装置の駆動に伴いそれまで磁気記録媒体に接触していたヘッドが浮上し、そして停止に伴いヘッドが再び磁気記録媒体に接触して触れ合うコンタクト・スタート・ストップ（CSS）方式が主流となっている。しかし、磁気ディスクとスライダ（ヘッド）が長時間接触した後、ディスクが再起動する際に高いスティクションが発生することによりディスクが起動できなくなったり、また両者が接触して磁気記録データが破壊されたり（ヘッドクラッシュ）、ヘッドやジンバルを損傷する恐れがある。

【0003】スティクションの発生には、ディスクの表面粗さや材料の性質が大きく影響するため、ディスク磁性層上の保護膜（アモルファスカarbonや二酸化珪素の薄膜）の上に特定のフッ素含有樹脂からなる潤滑剤層を形成することが提案されている（米国特許第3778308号、同第4267238号、同第4268556号各明細書）。

【0004】また、近年パーソナルコンピュータの爆発的な普及と高性能化に付随して磁気ディスク装置の高記録密度化が加速してきており、これに伴い磁性層とヘッド間の距離（浮上量）を短く（低く）する必要がある。また、特に最近急速に普及しているノートパソコン等では、使用環境が高温高湿から低温低湿まで様々であるため、これらの様々な環境においてもスティクションを抑える必要があり、磁気ディスク装置の高性能化に向けて、潤滑剤の高性能化が従来以上に重要度を増している。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】現在、磁気ディスク用潤滑剤は、パーフロロアルキルエーテル樹脂等の市販のフッ素含有樹脂を原料として製造されている。これらの市販フッ素含有樹脂は、用途を限定せずに製造されている汎用品であって、低分子量成分や未反応物を含有するため、これらの存在が潤滑剤をディスク上に製膜した場合の潤滑剤の膜厚、吸着力、吸湿性の制御性を低下させ、スティクションの発生要因である摩擦力を増大させ、問題となっている。

【0006】これを解決するために、潤滑剤の樹脂原料の低分子量成分や未反応物を除去する方法が、特開平5-109053号公報、特開平5-234066号公報において提案されている。しかし、これらの方法は低分子量成分や未反応物を除去する能力がなお不十分であり、より高性能の潤滑剤を利用する上で実用的ではな

い。

【0007】また、特開平7-141644号公報では芳香族系溶剤を用いた常温での精製法が提案されている。この方法によれば、低分子量成分や未反応物を除去できるものの、その除去能力に限界があるため、更なる潤滑剤の高性能化が困難である。その上、ここで用いる芳香族溶剤中に含まれる微量ベンゼン起因の人体への悪影響も懸念される。

【0008】このように、今後の磁気ディスク装置の高性能化のためには、これまでの潤滑剤以上に膜厚、吸着力、吸湿性の制御性が高く、且つスティクションに付随した摩擦特性の劣化を抑制した高性能潤滑剤の開発が望まれている。

【0009】

【課題を解決するための手段】発明者らは、実用上のあらゆる環境下で安定稼働可能な磁気ディスクを提供するため、潤滑剤膜厚、潤滑剤の吸着力、吸湿性の制御性が高く、更にスティクションの発生要因である摩擦力の低い高性能潤滑剤を実現する手法について鋭意検討を行った。その結果、分子構造中にエーテル基、エステル基、水酸基、スルホン酸基及びカルボキシル基のうちの少なくとも1種を含むフッ素含有高分子を含み、且つ該高分子が、溶解性パラメータ値が $8.7 (\text{cal} \cdot \text{cm}^{-3})^{1/2}$ 以下の溶剤に不溶である成分で構成される潤滑剤が驚くべきほど有効であることを見出した。すなわち、これが、本発明の磁気ディスク用潤滑剤である。

【0010】発明者らは、潤滑剤の基本特性には、

(1) 分子の蒸発を抑える観点から、分子量が大きいこと、(2) 分子同志の滑りやすさを維持する観点から、表面張力が小さいこと、(3) 自己修復、塗布性の観点から、粘度が低いこと、が要求されると考えた。本発明は、これらの要求を満たすことを目指して、磁気ディスク用潤滑剤の主成分であるフッ素含有樹脂のうちの、極性基(エーテル基、エステル基、水酸基、スルホン酸基及びカルボキシル基)含有量と分子量とが潤滑剤の特性にとって最適の成分のみを抽出することにより、分子の蒸発を抑え、表面張力を小さくし、且つ粘度の低い潤滑剤を得ることに成功したものである。すなわち、潤滑剤原料のフッ素含有樹脂の分子量、表面張力、粘度が潤滑剤の溶解性パラメータ(潤滑剤分子同志の相互引力)に影響するとの思想に基づき、この最適成分を抽出するために、溶解性パラメータ値が $8.7 (\text{cal} \cdot \text{cm}^{-3})^{1/2}$ の溶剤に不溶である成分を取り出すという手法を見出したのである。

【0011】ここで用いる潤滑剤の原料樹脂は、分子構造中に基板への密着性を確保するための極性基(エーテル基、エステル基、水酸基、スルホン酸基及びカルボキシル基等のうちの少なくとも1種)を含むフッ素含有高分子であれば特に限定されない。極性基のうちの、エーテル基とエステル基は原料樹脂の主鎖中あるいは分子末

端に位置することができ、水酸基、スルホン酸基及びカルボキシル基は分子末端に位置することができる。本発明においてより好ましく用いることができる原料樹脂は、末端にピペロニル基と水酸基の両方又は一方を有し且つ分子構造中に極性基を有するパーフロロポリエーテル樹脂である。

【0012】本発明において潤滑剤原料樹脂のうちの目的の成分のみを抽出する(溶媒と混合して不溶な成分のみを取り出す)ために使う溶剤は、溶解性パラメータ値が $8.7 (\text{cal} \cdot \text{cm}^{-3})^{1/2}$ 以下の溶剤であれば特に限定されないが、人体、環境への安全性の観点から、発癌性等の危険のない脂肪族炭化水素類、エステル類、ケトン類、又はエーテル類を好ましく用いることができ、更に好ましくは炭素数5~10の脂肪族炭化水素を用いることができる。なお、「溶解性パラメータ」とは、凝集エネルギー密度の平方根で示される物性値であり、詳細は接着ハンドブック第2版(日本接着協会編、日刊工業新聞社、昭和57年12月10日発行) p. 105~115等に記載されている。

【0013】溶剤の溶解性パラメータが $8.7 (\text{cal} \cdot \text{cm}^{-3})^{1/2}$ より大きいと、その溶剤を用いて精製後の潤滑剤は分子量が小さくなり、且つ表面張力が大きくなる傾向があり、好ましくない。各種溶剤の溶解性パラメータは一般に5.7以上であるが、本発明ではこれより小さい溶解性パラメータを示す溶剤を使用しても差し支えない。

【0014】目的成分を抽出する潤滑剤の精製手法としては、市販の又は合成直後の潤滑剤原料樹脂を、先に説明した溶剤に任意の温度で十分に混合させ、該溶剤に不溶な成分のみを回収する工程を含む方法を好ましく用いることができる。原料樹脂と溶剤との混合比はいずれでもよいが、原料樹脂に比べて溶剤が少なくなると溶剤に対する不要な低分子量成分の溶解除去能力が悪くなるので、一般には潤滑剤原料樹脂1重量部に対し溶剤を2重量部以上使用するのが好ましい。原料樹脂と溶剤を混合する温度は、原料樹脂中の除去しようとする不要成分(低分子量成分、未反応物等)を実用的な速度で溶解することができる温度であればよい。この場合、温度が低くなると溶解性不十分で精製潤滑剤の分子量が小さくなり、その一方温度が高くなるほど精製後の潤滑剤分子量を高くできるが、200℃以上だと潤滑剤が熱劣化を起こす場合があり、好ましくない。これらを考慮に入れて、本発明で好ましく使用できる温度は10~200℃であり、より好ましい温度は20~100℃である。また、上記方法で分取した溶剤に不溶な成分よりなる潤滑剤は、分取後にロータリーエバポレータ等で潤滑剤中に残留する溶剤を除去して用いることが好ましい。

【0015】本発明の磁気ディスク用潤滑剤は、溶解性パラメータ値が $8.7 (\text{cal} \cdot \text{cm}^{-3})^{1/2}$ 以下の溶剤に不溶のフッ素含有高分子だけから構成してもよく、

あるいはこのフッ素含有高分子のほかに、必要に応じて任意の添加成分を含有してもよい。

【0016】本発明の潤滑剤を使って磁気ディスク装置を製造するには、表面に本発明の潤滑剤を塗布した磁気記録媒体を通常の方法で装置に組み込めばよい。また、磁気記録媒体表面に潤滑剤原料の樹脂を塗布して製膜し、この潤滑剤原料樹脂塗布膜を先に説明した溶剤にて処理して、可溶成分のみ溶解除去する工程を含む方法も使用することができる。

【0017】磁気ディスク装置を製造するため磁気記録媒体に本発明の潤滑剤又はその原料樹脂を塗布する方法は特に限定されないが、潤滑剤又はその原料樹脂を特定の溶媒に溶解した溶液を用いたディップコート方式、スピンコート方式、スプレーコート方式による塗布方法を好ましく用いることができる。また、磁気記録媒体表面に潤滑剤原料樹脂を塗布後に行う溶剤での処理は、磁気記録媒体の溶剤への浸漬で好ましく行うことができる。

【0018】

【実施例】以下、本発明の実施例を示すが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

【0019】〔実施例1〕分液ロートに、未処理潤滑剤として末端にピペロニル基を有するパーフロロポリエーテルであるFomblin AM3001（モンテカチーニ社製、 $M_w=984$ 、 $M_w/M_n=1.55$ ）を100g、そして溶剤としてn-ヘキサン（溶解性パラメータ $\delta=7.3$ （ $\text{cal}\cdot\text{cm}^{-3}$ ）^{1/2}）を900gを入れ、室温で十分攪拌した後、12時間静置した。その後、下層の精製潤滑剤相を取り出し、ロータリーエバポレータにて残留n-ヘキサンを除去した。得られた精製潤滑剤の分子量をゲル浸透クロマトグラフィー（GPC）にて測定したところ、ポリメチルメタクリレート（PMMA）換算で $M_w=1320$ 、 $M_w/M_n=1.55$ であった。

【0020】〔実施例2〕分液ロートに、未処理潤滑剤としてFomblin AM3001（モンテカチーニ社製、 $M_w=984$ 、 $M_w/M_n=1.55$ ）を100g、そして溶剤としてメチルイソブチルケトン（MIBK）（溶解性パラメータ $\delta=8.6$ ）を900g入れ、室温で十分攪拌した後、12時間静置した。その後、下層の精製潤滑剤相を取り出し、ロータリーエバポレータにて残留MIBKを除去した。得られた精製潤滑剤の分子量をGPCにて測定したところ、PMMA換算で $M_w=1282$ 、 $M_w/M_n=1.47$ であった。

【0021】〔実施例3〕分液ロートに、未処理潤滑剤としてFomblin AM3001（モンテカチーニ社製、 $M_w=984$ 、 $M_w/M_n=1.55$ ）を100g、そして溶剤として酢酸n-ブチル（溶解性パラメータ $\delta=8.46$ ）を900g入れ、室温で十分攪拌した後、12時間静置した。その後、下層の精製潤滑剤相を取り出し、ロータリーエバポレータにて残留酢酸n-ブ

チルを除去した。得られた精製潤滑剤の分子量をGPCにて測定したところ、PMMA換算で $M_w=1440$ 、 $M_w/M_n=1.28$ であった。

【0022】〔実施例4〕発熱体を装着した分液ロートに、未処理潤滑剤としてFomblin AM3001（モンテカチーニ社製、 $M_w=984$ 、 $M_w/M_n=1.55$ ）を100g、そして溶剤としてn-ヘキサン（溶解性パラメータ $\delta=7.3$ ）を900g入れ、60℃で十分攪拌した後、50℃で12時間静置した。その後、下層の精製潤滑剤相を取り出し、ロータリーエバポレータにて残留n-ヘキサンを除去した。得られた精製潤滑剤の分子量をGPCにて測定したところ、PMMA換算で $M_w=2721$ 、 $M_w/M_n=1.26$ であった。

【0023】〔実施例5〕発熱体を装着した分液ロートに、未処理潤滑剤としてFomblin AM3001（モンテカチーニ社製、 $M_w=984$ 、 $M_w/M_n=1.55$ ）を100g、そして溶剤として酢酸n-ブチル（溶解性パラメータ $\delta=8.46$ ）を900gを入れ、70℃で十分攪拌した後、60℃で12時間静置した。その後、下層の精製潤滑剤相を取り出し、ロータリーエバポレータにて残留酢酸n-ブチルを除去した。得られた精製潤滑剤の分子量をGPCにて測定したところ、PMMA換算で $M_w=1735$ 、 $M_w/M_n=1.36$ であった。

【0024】〔比較例〕特開平7-141644号公報の記載にならって、分液ロートに未処理潤滑剤としてFomblin AM3001（モンテカチーニ社製、 $M_w=984$ 、 $M_w/M_n=1.55$ ）を100g、そして溶剤としてトルエン（溶解性パラメータ $\delta=8.9$ ）を900g入れ、室温で十分攪拌した後、12時間静置した。その後、下層の精製潤滑剤相を取り出し、ロータリーエバポレータにて残留トルエンを除去した。得られた精製潤滑剤の分子量をGPCにて測定したところ、PMMA換算で $M_w=1121$ 、 $M_w/M_n=1.42$ であり、低分子量成分の除去が不十分であった。

【0025】〔実施例6〕Ni-Pメッキされたアルミニウム基板を研磨し、テクスチャー処理して中心線粗さ R_a を6.5nmとした基板上に、DCマグネトロンスパッタリングによりArガス雰囲気中でCr層、CoCrTa系磁性層、DLC（ダイヤモンドライクカーボン）保護膜を順次形成したディスクを用意した。このディスク表面に、実施例1～5、比較例の精製潤滑剤及び未精製潤滑剤の溶液をディップコート法にて所定の膜厚で塗布した。これらの磁気ディスクについて、スライダ材にアルミナとTiCとの焼結体を用いた薄膜ヘッドを使用して、ヘッド荷重1.5gfにて静止状態から回転速度1rpmへ立ち上がり時における静摩擦係数 μ_s をディスク摩擦試験機で調べた。その結果を、表1に示す。

【0026】

【表1】

表 1

潤滑剤	分子量分布		静摩擦係数 μ_s		
	Mw	Mw/Mn	2nm厚	2.5nm厚	3nm厚
実施例1	1320	1.55	2.1	3.4	5.8
実施例2	1282	1.47	2.2	3.5	6.0
実施例3	1440	1.28	2.0	3.0	5.0
実施例4	2721	1.26	1.0	1.7	3.0
実施例5	1735	1.36	1.5	2.3	4.6
比較例1	1121	1.42	2.4	4.0	6.5
未精製品	984	1.55	3.0	> 7.0	> 7.0

【0027】〔実施例7〕NiPメッキされたアルミニウム基板を研磨し、テクスチャー処理して中心線粗さRaを5.2nmとした基板上に、DCマグネトロンスパッタリングによりArガス雰囲気中でCr層、CoCrTa系磁性層、DLC保護膜を順次形成したディスクを用意した。このディスク表面に、実施例4、比較例の精製潤滑剤及び未精製潤滑剤の溶液をディップコート法にて所定の膜厚で塗布した。これらの磁気ディスクについ

て、スライダ材にアルミナとTiCとの焼結体を用いた薄膜ヘッドを使用して、ヘッド荷重1.5gfにて、回転速度100rpmで1時間回転させた後静止させ、直ちに静止状態から回転速度1rpmへ立ち上がり時における静摩擦係数 μ_s をディスク摩擦試験機で調べた。その結果を表2に示す。

【0028】

【表2】

表 2

潤滑剤	分子量分布		静摩擦係数 μ_s		
	Mw	Mw/Mn	1nm厚	1.2nm厚	1.4nm厚
実施例4	2721	1.26	0.3	0.3	0.5
比較例1	1121	1.42	0.5	0.5	0.7
未精製品	984	1.55	0.6	0.7	0.8

表 3

【0029】〔実施例8〕NiPメッキされたアルミニウム基板を研磨し、テクスチャー処理して中心線粗さRaを5nmとした基板上に、DCマグネトロンスパッタリングによりArガス雰囲気中でCr層を50nm、CoCrTa系磁性層を40nm形成し、その上にDLC保護膜を形成したディスクを用意した。このディスク表面に、実施例3、4及び比較例の精製潤滑剤及び未精製潤滑剤をディップコート法にて25Å(2.5nm)塗布した。これらの磁気ディスクについて、スライダ材にアルミナとTiCとの焼結体を用いた薄膜ヘッドを使用して、浮上量0.1μm、3600rpmで15秒稼働後15秒停止するサイクル試験を行い、耐CSS特性をディスク摩擦試験機で調べた。その結果を、摩擦係数が0.6に達した時のCSS回数として表3に示す。

【0030】

【表3】

潤滑剤	摩擦係数が0.6に達した時のCSS回数
実施例3	35000
実施例4	50000
比較例1	30000
未精製品	7000

【0031】

【発明の効果】以上説明したように、一定の溶解性パラメータ値を有する溶媒に対して不溶成分を含む本発明の潤滑剤は、一般に高分子量成分に比べて極性基の含有割合が高い低分子量成分や不純物成分が取り除かれていることから、極性基含有量と分子量を潤滑剤の特性にとってより好適な範囲に制御でき、スティクション（粘性）に付随した摩擦特性の劣化を抑制した磁気ディスク用潤滑剤として大変に有用なものとなる。また、本発明の潤滑剤で処理した磁気記録媒体を用いた磁気ディスク

装置は、磁気記録媒体のディスク表面とヘッドの磨耗を抑制して、両者の接触による磁気記録データの破壊を効

果的に抑制することが可能である。

フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁶

識別記号

F I

C 1 0 N 30:06

40:18

50:02

70:00

(72)発明者 朽網 道徳

神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番

1 号 富士通株式会社内

(72)発明者 笠松 祥治

神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番

1 号 富士通株式会社内

(72)発明者 山本 尚之

神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番

1 号 富士通株式会社内

(72)発明者 山川 栄進

神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番

1 号 富士通株式会社内

(72)発明者 鈴木 和敏

神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番

1 号 富士通株式会社内